

Gráficas de trayectorias escolares de estudiantes de bachillerato

Fecha de recepción : 2020-09-09 • Fecha de aceptación: 2020-12-11 • Fecha de publicación: 2021-10-01

Fabián Eugenio Bravo Guerrero¹

Universidad de Cuenca, Ecuador

fabian.bravo@ucuenca.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-0372-2071>

Lourdes Eugenia Illescas Peña²

Universidad de Cuenca, Ecuador

lourdes.illescasp@ucuenca.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-0027-439X>

Eliana Bojorque Pazmiño³

Universidad del Azuay, Ecuador

mebojorque@uazuay.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-7756-3694>

Mario Patricio Peña Ortega⁴

Universidad de Cuenca, Ecuador

mario.penao@ucuenca.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-3986-7707>

Resumen

Para las autoridades escolares es importante conocer cómo los alumnos de su institución avanzan en sus estudios, porque de esta forma pueden detectar cualquier tipo de dificultades que se presenten; sin embargo, esa información no siempre se la conoce a tiempo. El objetivo de esta investigación es proponer una metodología que permita visualizar las trayectorias escolares de los estudiantes y de esta forma se identifiquen las dificultades que tienen en la asignatura de matemáticas. Para

mostrar el potencial de la metodología, se investigó a los alumnos de bachillerato de una institución educativa ecuatoriana entre 2015 y 2019, se procesaron sus calificaciones y se generaron gráficas de trayectorias escolares que presentan la evolución de sus calificaciones durante el período escolar. Mediante esta metodología se facilita la identificación de trayectorias individuales de bajo rendimiento, además, se encontró que las actividades colaborativas tienen calificaciones más altas que las individuales, también se evidenciaron las diferencias de rendimiento entre cursos. La presentación de las calificaciones mediante gráficas es una herramienta poderosa para la gestión académica, ya que facilita la detección de dificultades y la toma de decisiones oportunas.

Palabras clave: bachillerato, coordenadas paralelas, gráficas de calificaciones, rendimiento académico, trayectorias escolares.

Abstract

For school authorities it is important to know how the students of the institution are progressing in their studies, because in this way they can detect any type of difficulties that arise, however, that information is not always known in time. The objective of this research is to propose a methodology that allows to visualize school trajectories of the students and in this way identify the difficulties that students have in mathematics. To show the potential of the methodology, high school students from an Ecuadorian educational institution were investigated between 2015 and 2019, their grades were processed and graphs of school trajectories were generated, which present the evolution of their grades during the school period. Through this methodology, the identification of individual trajectories of low performance is facilitated, in addition, it was found that collaborative activities have higher scores than individual ones, performance differences between courses were also evidenced. The presentation of grades through graphs is a powerful tool for academic management since it facilitates the detection of difficulties and the making of timely decisions.

Keywords: baccalaureate, parallel coordinates, grading charts, academic performance, school trajectories.

Introducción

La información de los resultados académicos de los estudiantes tradicionalmente ha sido analizada al finalizar el período escolar y ha sido útil para generar estadísticas y reportes históricos (Illescas, Peña, Bravo, & Larriva, 2018), más no para tomar decisiones inmediatas que se dan durante el curso de los estudios, y que permitan optimizar el proceso de aprendizaje, por eso, el objetivo de la investigación es analizar las calificaciones de los estudiantes y presentar la información mediante gráficas de las trayectorias de sus estudios, estas gráficas facilitan a las autoridades académicas visualizar los datos apenas estos sean ingresados al sistema informático y puedan tomarse decisiones que permitan realizar intervenciones a estudiantes o cursos que tengan dificultades con su rendimiento académico.

Este documento presenta inicialmente los fundamentos teóricos sobre las clases de matemáticas en el bachillerato ecuatoriano, el rendimiento académico, y la visualización de las trayectorias escolares, luego se describe la metodología basada en el análisis de calificaciones y la generación de gráficas de trayectorias escolares para la presentación de los datos. Finalmente se presentan los resultados con el análisis de las calificaciones y de la presentación mediante gráficas de trayectorias de los estudiantes de la institución educativa investigada.

1. Dificultades en el aprendizaje de matemáticas

La matemática es una asignatura que los estudiantes encuentran difícil porque los temas están encadenados y la complejidad cada vez se incrementa, la materia, en ciertos casos, se vuelve abstracta. No todos los docentes dominan aspectos didácticos, ni tienen la facilidad para desarrollar estos temas (Bravo, Trelles, & Barrazueta, 2017); además, aunque el modelo para la educación ecuatoriana sea el constructivista, el docente todavía tiene por prioridad el cumplir con la planificación, antes que velar por el logro de aprendizajes de los estudiantes (Bravo, 2020), estas carencias que tiene el docente influyen en las dificultades que tiene el estudiante en su aprendizaje de la asignatura.

El alumno tiene la motivación para aprender y el docente debe aprovechar esa disposición para conseguir esos aprendizajes (González, 2015); sin embargo, no todos los profesores lo logran y muchos estudiantes tienen dificultades con la asignatura, no le ven la utilidad para su vida, no se adaptan al régimen escolar ni a las metodologías de los docentes (Pacheco & Narváez, 2015), y finalmente se produce el efecto contrario: tienen temor y aversión a las matemáticas, y cuando la actitud es negativa, el rendimiento es bajo (Mato & De la Torre, 2009). Por lo anterior, es frecuente que los estudiantes tengan bajos rendimientos en la materia caso de estudio y los factores que lo explican pueden ser múltiples: personales, familiares, educativos (González, 2015), otros factores, como la pobreza y la marginación que son razones que también pueden incidir en su rendimiento (Velasco, 2016). Es de suma importancia que los docentes desarrollen la matemática siempre ligada a las aplicaciones prácticas, a ejemplos del contexto, para que los estudiantes se motiven y encuentren significatividad a sus aprendizajes.

Para lograr un adecuado rendimiento, se requiere que el estudiante encuentre a través de la



materia respuestas a sus problemas del diario vivir, el conocer que la asignatura tiene un sentido práctico lo motiva a aprender (Bravo, Trelles, & Barrazueta, 2017), es el docente quien debe orientar a que el estudiante se cuestione, reflexione y desarrolle su mente (González, 2015), también este es quién debe identificar de forma temprana cualquier problema del estudiante o del grupo, para que se implementen programas de intervención con fines preventivos (Lamas, 2015). El docente suele identificar las dificultades individuales, pero no siempre a las del grupo, y eso impide que reflexione sobre su práctica educativa y adopte estrategias que le permitan adoptar correctivos.

En el proceso de aprendizaje del estudiante intervienen tres grandes factores: aptitud, instrucción y ambiente (Fajardo, Maestre, Felipe, León, & Polo, 2017), que explican en gran medida el aprendizaje, pero la forma común de medir el grado de apropiación de los conocimientos está dado por las calificaciones escolares, que, aunque se expresan de forma cuantitativa, nos permiten comprenderlo (Rea, 2018), pese a esto, existen críticas por lo subjetiva que pueda ser esta medida y por las diferentes formas de evaluar que se habrán dado para obtenerlas (Lamana & De la Peña, 2018). Todavía es común que se piense que la nota sirve exclusivamente para decidir la promoción del estudiante al siguiente nivel (Trelles, Bravo, & Barrazueta, 2017). La educación ecuatoriana prevé diversos componentes de evaluación para la obtención la calificación del estudiante.

En el bachillerato, la asignatura de matemáticas adquiere relevancia, haciendo hincapié en la modelación y en las aplicaciones contextualizadas (Educación, 2016a). Para cada año de bachillerato se abordan seis bloques o unidades temáticas, para primero (Educación, 2016b), segundo (Educación, 2016c), y tercero de bachillerato (Educación, 2016d), cuyo detalle lo podemos observar en la *Tabla 1*.

Tabla 1.

Bloques de estudio en los tres años de bachillerato para la asignatura Matemáticas

	Primero de BGU	Segundo de BGU	Tercero de BGU
Bloque 1	Números reales	Funciones	Funciones y límites
Bloque 2	Funciones reales y racionales	Funciones trigonométricas	Derivadas e integrales
Bloque 3	Límites y derivadas de funciones	Derivadas funciones reales	Álgebra lineal
Bloque 4	Vectores	Vectores en R^2	Vectores en el espacio
Bloque 5	Elementos del plano	Cónicas	Geometría del espacio
Bloque 6	El proceso estadístico	Estadística y probabilidad	Probabilidad

Fuente: *Ministerio de Educación del Ecuador*

Los docentes deben evaluar el logro de destrezas en cada bloque con una serie de actividades individuales y grupales, además de la presentación de tareas y lecciones, así como las pruebas que conforman la calificación del bloque. Esta gran cantidad de componentes de evaluación de cada bloque ofrece mucha información que es útil para determinar cómo transcurre el proceso de logro de destrezas por parte de los estudiantes.

Toda la actividad académica que se genera en el aula, durante el período escolar, puede tener dificultades, ya sea para un estudiante en particular, para un grupo, o para un docente, la clave de esto es poder identificar esa dificultad a tiempo para poder responder de forma inmediata, con acciones académicas que mejoren la situación.

2. Gráficas de trayectorias escolares

Se puede seguir el desempeño de un estudiante y de su curso a través de las trayectorias escolares, estas describen el avance en los estudios de los alumnos durante un período académico. Se revisaron investigaciones previas que analizan las trayectorias de los estudiantes, algunas lo hacen en función del abandono que ocasionan los bajos rendimientos (Terigi, 2007), o del plazo en que se finalizan los estudios; en ambos casos debe esperarse al final de un proceso para tomar decisiones, y esos datos sirven como información histórica (Illescas, Peña, Bravo, & Larriva, 2018), pero son importantes otras formas de analizar el rendimiento, como las calificaciones que se obtienen en un curso y que pueden dar cuenta del desarrollo del proceso formativo (Lamas, 2015). Si las notas son analizadas durante ese proceso mismo, pueden ser útiles para la toma inmediata de ciertas decisiones de tipo académicas.

La presentación de las calificaciones de los estudiantes mediante gráficos facilitan la interpretación y el análisis de la información (Peña, Bravo, & Illescas, 2019), para la generación de gráficos se utilizan coordenadas paralelas, metodología que permite mostrar datos de múltiples variables en un solo gráfico multidimensional (Baldino, Lanzarini, & Charnelli, 2016; Keim, 2002), estos gráficos muestran la secuencia de temas que se han ido desarrollando y los rendimientos académicos de cada estudiante y del grupo (Bravo, 2019). La generación de gráficos mediante coordenadas paralelas posibilitan el procesamiento de datos complejos y en grandes cantidades (Heinrich & Weiskopf, 2013; Gómez, García, & Therón, 2014). Se ha adoptado esta metodología, que permite la presentación de gráficos de trayectorias escolares, que son simples de interpretar, y muestran las calificaciones obtenidas por cada estudiante en los diferentes temas desarrollados en el año escolar.

Metodología

La investigación propone una metodología donde se pueda observar de forma gráfica las trayectorias escolares de los estudiantes de bachillerato, para esto se procesan grandes cantidades de datos académicos, calificaciones para generar las gráficas, esta presentación de forma visual facilita identificar cualquier problema en algún tema, o dificultad de algún estudiante y la consecuente toma de decisiones académicas de forma oportuna.

Como evidencia de la versatilidad de la propuesta metodológica se presenta el análisis de las calificaciones y la visualización de las trayectorias escolares de los estudiantes de los tres años de bachillerato en la asignatura de matemática. Se generaron gráficas de los 84 paralelos que se abrieron entre septiembre del 2015, hasta junio del 2019, de primero, segundo y tercer año de bachillerato de la Unidad Educativa La Asunción de Cuenca, Ecuador, información que está en la *Tabla 2*.



Tabla. 2
Estudiantes y paralelos investigados

Año Lectivo	Primero de BGU		Segundo de BGU		Tercero de BGU	
	Paralelos	Estudiantes	Paralelos	Estudiantes	Paralelos	Estudiantes
2015-2016	7	228	6	192	8	219
2016-2017	6	192	7	224	7	211
2017-2018	7	224	6	192	8	240
2018-2019	7	192	7	224	8	217

Fuente: *elaboración propia*

En la investigación fue proporcionada la base de datos académica que posee la institución educativa, donde constan datos generales y la información académica de los estudiantes, se trabaja con los rendimientos académicos en la asignatura matemática. De cada una de los 84 grupos fue factible procesar las calificaciones y generar gráficas de los diferentes componentes que se evalúan en la educación ecuatoriana: tarea autónoma individual (TAI), actividad individual en clase (AIC), actividad grupal en clase (AGC), lección individual (LEC), evaluación sumativa (SUM), promedio (PROM) y refuerzo (REF), dando la posibilidad de realizar un análisis con mayor detalle.

Para la visualización se utiliza la librería d3.js para codificar la forma en que se presenta la información académica al usuario. La presentación gráfica, permite al usuario seleccionar el año, el curso y el componente evaluado. En la *Figura 1* se pueden observar líneas de trayectoria, cada una representa a un estudiante, esa línea muestra las calificaciones obtenidas en cada bloque que el estudiante ha cursado durante el año escolar, se puede identificar alguna dificultad de un estudiante cuando las calificaciones de este son bajas en todos los bloques. El conjunto de líneas de trayectoria muestra el comportamiento de un curso completo, allí es posible evidenciar las calificaciones de todo el grupo en cada bloque, también es fácil identificar la trayectoria de cada estudiante y sus calificaciones en cada bloque.

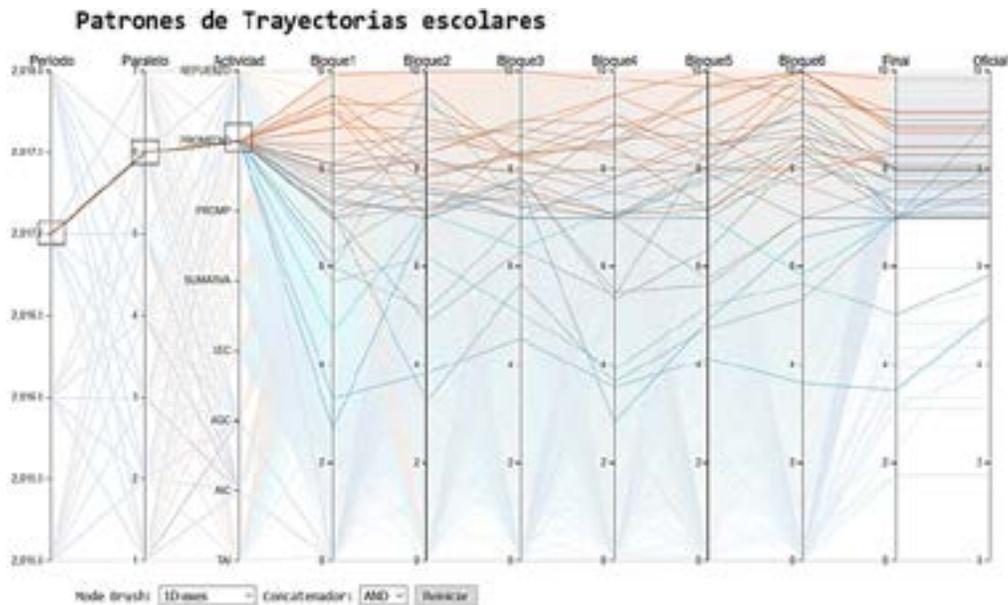


Figura 1. Promedios en los 6 bloques de matemática de los estudiantes del primero de bachillerato del paralelo 6 del año lectivo 2017-2018.

Fuente: elaboración propia

La visualización es muy versátil, permite graficar líneas de trayectorias de diferentes años, para poder comparar entre diferentes promociones; también, se pueden generar los gráficos de trayectoria de cada uno de los cursos (paralelos) que funcionan simultáneamente, otra característica de la visualización es que se pueden observar los diferentes componentes de la evaluación que rigen en la educación ecuatoriana, como: trabajo autónomo individual, actividades individuales en clase, actividades grupales en clase, lección individual, evaluación sumativa, y promedio.

La información que proporcionan las gráficas de trayectoria escolar, es corroborada con el análisis cuantitativo de las calificaciones, de esta forma se visibilizan temáticas difíciles, componentes de la evaluación donde las calificaciones del todo un curso son bajas, además se pueden identificar casos individuales de estudiantes que tienen bajos rendimientos académicos, todo esto con el fin de tomar decisiones inmediatas.

Resultados

Se trabajó en la generación de las gráficas de trayectorias de los estudiantes en matemáticas, las gráficas presentan las calificaciones obtenidas por ellos en cada bloque, pudiéndose escoger la visualización de cada uno de los diferentes componentes de la evaluación para lograr un análisis más detallado.

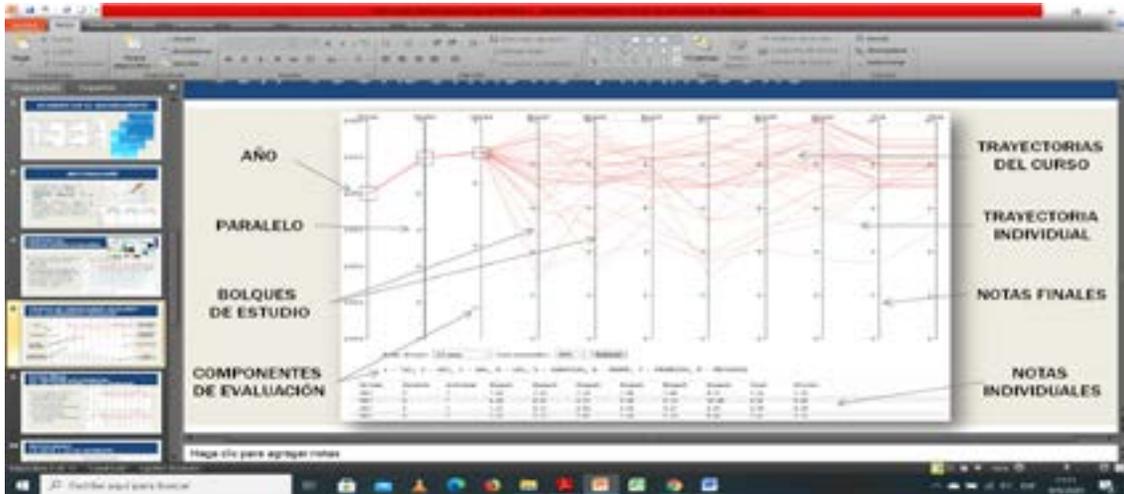


Figura 2. Rendimiento académico de los estudiantes del paralelo 8 del tercero de bachillerato del año lectivo 2017-2018.

Fuente: elaboración propia

Como ejemplo, en la *Figura 2* se muestra la gráfica de trayectorias escolares del paralelo 6 del primero de bachillerato del año 2017-2018, se visualizan los promedios en cada bloque. Cada línea corresponde a la trayectoria escolar de un estudiante, donde se representan las calificaciones en cada uno de los seis bloques de estudio. En la misma gráfica se puede observar el comportamiento de todos los demás estudiantes del mismo curso y tener una idea global de sus calificaciones. Se observa la trayectoria de ciertos estudiantes con calificaciones inferiores a siete en algunos bloques.

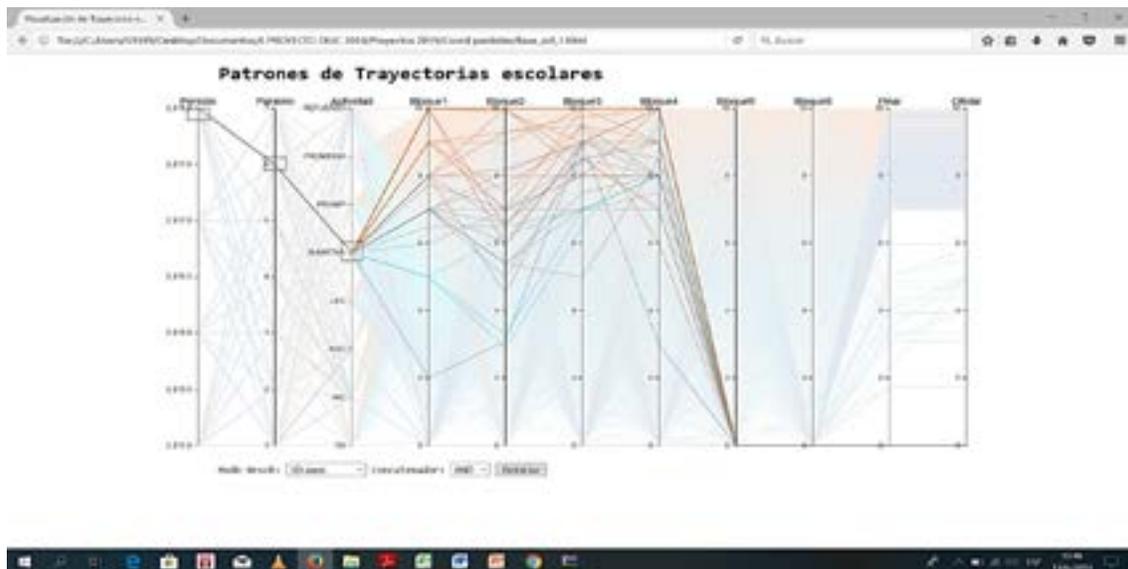


Figura 3. Dificultades grupales o individuales en el bloque 2 de los estudiantes de primero de bachillerato de año lectivo 2018-2019.

Fuente: elaboración propia

La *Figura 3* corresponde a estudiantes del paralelo 6 del primero de bachillerato del año 2018-2019, allí se puede identificar los diferentes bloques donde el rendimiento es malo y verificar si las bajas notas son grupales o individuales, de modo que las autoridades académicas puedan tomar decisiones inmediatas, ya sea de una intervención colectiva para reforzar ciertas destrezas complejas vistas en un bloque, o de una intervención individual para el apoyo a un estudiante que lo requiera. Este gráfico fue capturado cuando se registraba un avance de la asignatura hasta el cuarto bloque, todavía no se habían cursado los demás bloques.

Lo observado se refuerza con el análisis cuantitativo de las notas: el bloque 1 de Números reales, con una media de 7,81 puntos y desviación estándar de 1,8 puntos; el bloque 2 de Funciones reales y Racionales, con 7,18 puntos de media y 2,05 puntos de desviación estándar con el más bajo promedio y alta dispersión; el tercer bloque de Límites de funciones con 8,54 puntos de media y 1,19 puntos de desviación estándar; y el cuarto bloque de Vectores con 8,51 puntos de media y 1,43 puntos de desviación estándar.

La mayor ventaja de la visualización de trayectorias escolares, es que si la información académica está actualizada por parte del docente, las gráficas de las trayectorias escolares de los estudiantes están disponibles para que los propios docentes o autoridades realicen un seguimiento permanente de los datos presentados de forma visual, y se tomen decisiones inmediatas cuando sean detectadas cualquier tipo de anomalías.

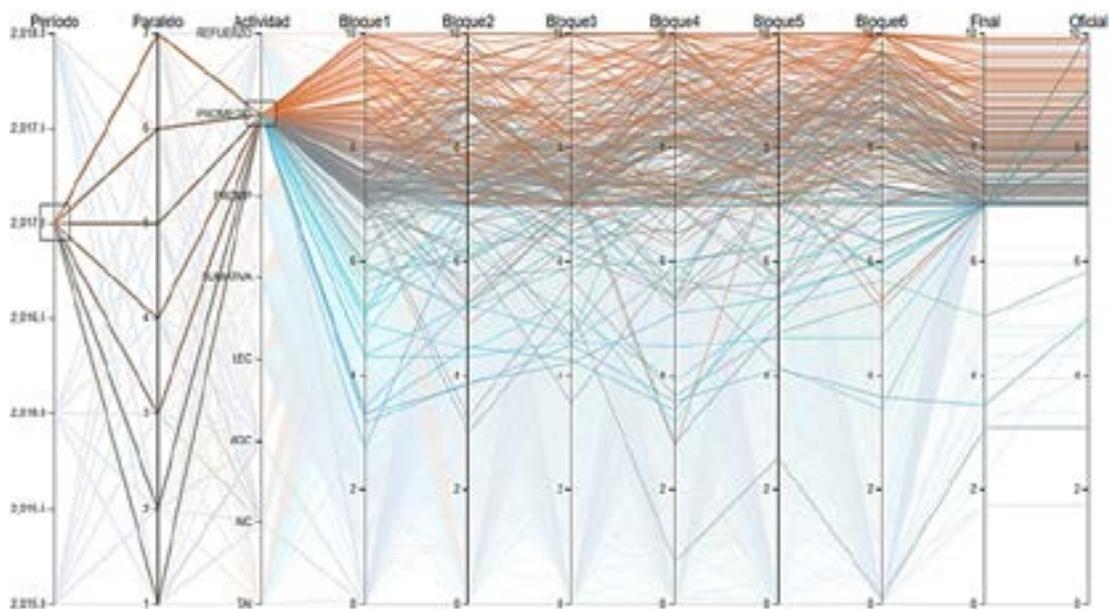


Figura 4. Notas del promedio por bloques donde se evidencia que la mayoría de calificaciones son iguales o superiores a 7.

Fuente: elaboración propia

En la *Figura 4* se observa claramente que las calificaciones obtenidas por todos los estudiantes de primero de bachillerato del año 2017-2018, en su mayoría están sobre 7 quedando pocos estudiantes con notas inferiores, esto nos indica que los docentes tienen en cuenta que se

debe obtener la nota mínima de 7 para aprobar, si el estudiante obtiene una nota menor es responsabilidad del docente trabajar en la recuperación de ese estudiante.

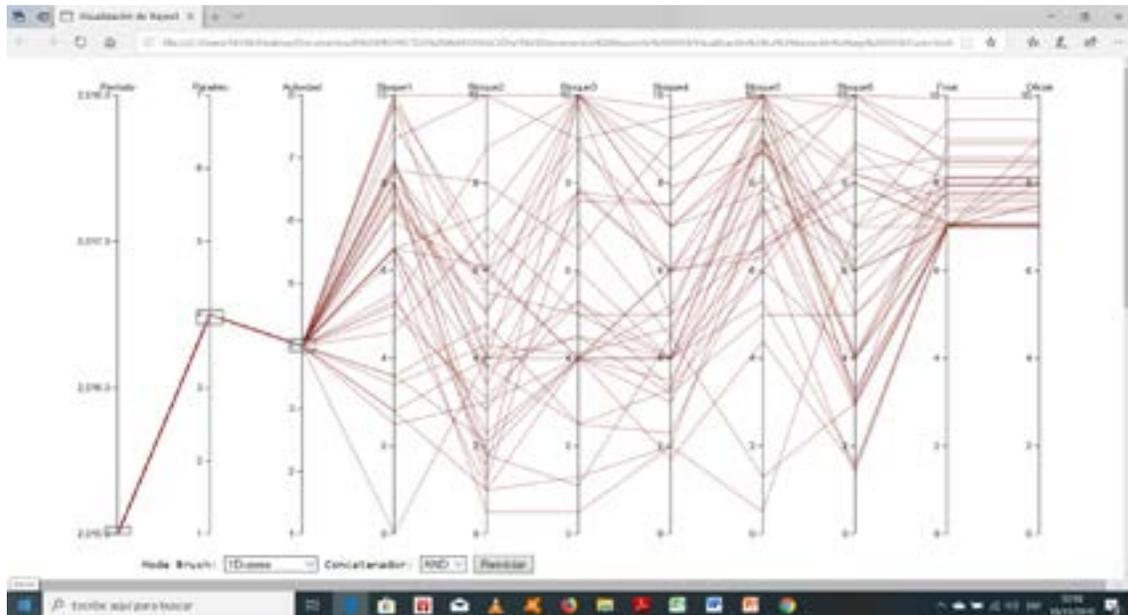


Figura 5. En las actividades individuales tienen un promedio de 5,98 sobre 10.

Fuente: elaboración propia

Dado que es factible graficar cada componente que forma parte de la evaluación, es posible identificar que, en las actividades individuales, se tienen menores calificaciones que en las actividades colaborativas; para evidenciar esto, se presentan dos gráficos del paralelo 4 del primero de bachillerato del año lectivo 2015-2016. Las calificaciones de tipo individual están mostradas en la *Figura 5*, tienen un promedio de 5,98 puntos y una alta dispersión con una desviación estándar de 2,65 puntos.

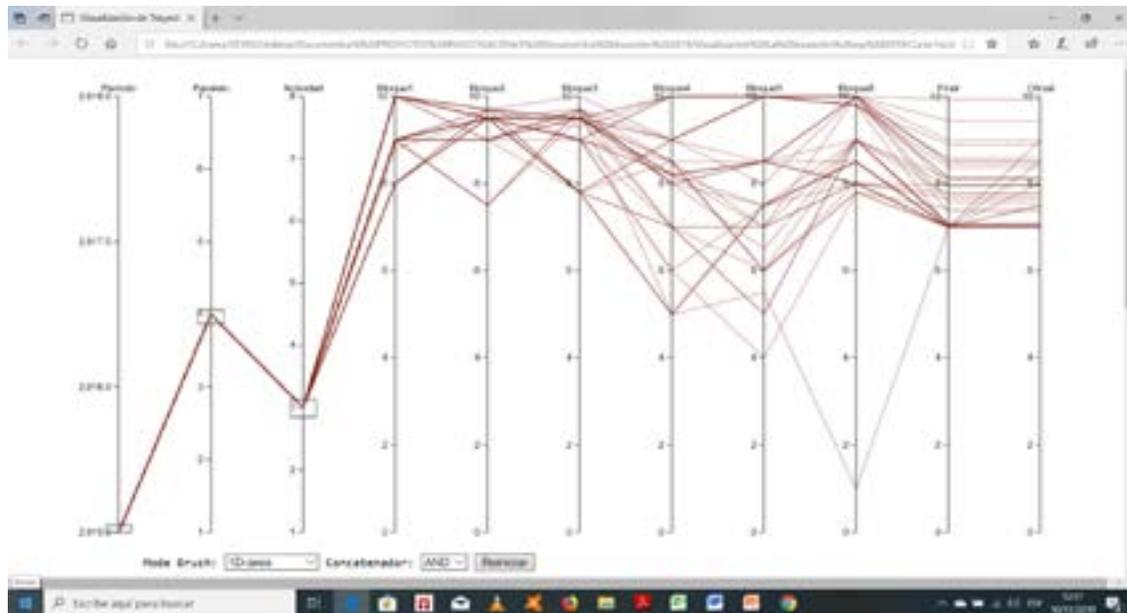


Figura 6. En las calificaciones de las actividades de trabajo colaborativo tienen 8,28 sobre 10.

Fuente: elaboración propia

Por su parte, las actividades colaborativas mostradas en la figura 6, donde los estudiantes logran calificaciones más altas con 8,28 puntos de media aritmética y una menor dispersión, con una desviación estándar de 1,64 puntos.

La visualización mediante coordenadas paralelas permite identificar las dificultades ya sean personales o grupales. En este proyecto de investigación, una vez que se han detectado los problemas de rendimiento en un bloque, identificará las razones de esa dificultad, diseñará una estrategia de intervención, que, al aplicarse, busca lograr una mejor calidad de los aprendizajes y la consiguiente mejora de los rendimientos académicos.

3. Discusión

Algunos estudios presentan gráficas de la trayectoria escolar (Terigi, 2007) donde se observa la evolución de la cohorte, mostrando cómo avanza la trayectoria del grupo de estudiantes secundarios, cuantificando a aquellos que desertan los que se atrasan, pero siempre mostrando información histórica, a diferencia de la presente investigación, donde se muestra lo que sucede durante el año escolar con el detalle de cada estudiante y en cada bloque de estudio.

En una investigación en Argentina fueron usadas coordenadas paralelas para seguir el progreso de cada estudiante en su carrera universitaria durante cinco años, con el fin de estudiar su evolución y explicar la tasa de egreso, el presente proyecto también usa coordenadas paralelas para presentar información académica individual, pero se hace énfasis en el detalle de lo que sucede en cada tema de estudio de un año escolar de los estudiantes de bachillerato (Díaz, y otros, 2015).

En Ecuador se presentaron gráficas de trayectoria, donde se construyó una variable denominada trayectoria que incluía el avance y el rendimiento, haciendo que la línea de trayectoria sea referencial (Illescas, Peña, Bravo, & Larriva, 2018). En los tres casos descritos la presentación de datos fue histórica, a diferencia este proyecto que busca que se visualice la información apenas se han cargado las calificaciones de las evaluaciones y poder de esta forma detectar cualquier problema individual o grupal. En este proyecto se presentan gráficos de trayectoria académica, donde la variable es el rendimiento académico, esto permite a la autoridad académica analizar la información de las calificaciones en cada bloque de forma visual y se facilite su identificación.

Mediante coordenadas paralelas se presentaron gráficas de rendimiento académico de estudiantes universitarios, donde se distinguen los rendimientos de los estudiantes en cada período escolar y clasificados por las distintas carreras de la universidad, es allí donde se puede observar las dificultades que atraviesan los estudiantes de las diferentes carreras en el curso de sus estudios; mientras, en este proyecto, con mucho detalle se pueden ver las trayectorias individuales, analizar los diferentes componentes que formaron parte de la evaluación, e identificar aquellos donde se presentan dificultades (Peña, Bravo, & Illescas, 2019).

Conclusiones

Es de gran importancia que se pueda presentar la información académica de forma visual, ya que detrás de estas gráficas de muy simple interpretación, existen grandes cantidades de datos procesados. El análisis de la información presentada, a través de gráficos de trayectorias escolares, puede permitir la detección temprana de problemas de rendimiento académico que facilita la planificación oportuna de cualquier intervención que mejore la calidad de los aprendizajes y los rendimientos académicos.

Fueron fácilmente visualizadas las trayectorias escolares de cada estudiante, de modo que se puede identificar algún estudiante con bajas calificaciones en un bloque, o con bajo rendimiento en todo el año lectivo, información que puede ayudar a que se intervenga de forma oportuna con ese estudiante. También se pueden ver bloques en los que todo un curso tiene dificultades, de modo que se puedan planificar actividades de refuerzo en aquellos temas más complejos. Otra posibilidad es acceder a los registros de los diferentes componentes de la evaluación y determinar en cuáles existen dificultades y buscar estrategias que logren mejoras. Todas estas posibilidades de visualización de las calificaciones, mediante trayectorias escolares, permiten a la autoridad analizar los datos de forma oportuna y tomar inmediatamente decisiones que redundan en que los estudiantes puedan lograr aprendizajes significativos, y a los docentes implementar variantes metodológicas y refuerzos a sus clases.

Una vez aplicada la propuesta de visualización de trayectorias escolares, los beneficiarios directos serían los estudiantes porque mejoran la comprensión de los temas, obtendrían mejores calificaciones y elevarían sus posibilidades de acceder a la educación superior; también para el departamento de matemáticas conformado por todos los docentes del área, porque ellos podrían realizar un análisis exhaustivo de los problemas que puedan presentarse en sus clases

de matemáticas; y, para la institución educativa ya que mejoraría sus indicadores de rendimiento académico y la posibilidad de que sus estudiantes logren un cupo para ingresar a la universidad, indicador de logro de gran importancia para la unidad educativa investigada.



Referencias

- Baldino, G., Lanzarini, L., & Charnelli, M. (2016). Análisis del avance académico de alumnos universitarios. XI congreso de Tecnologías en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET 2016). Buenos Aires, Argentina: Red de Universidades con Carreras de Informática (RedUNCI).
- Bravo, F. (2020). Importancia del currículo, texto y docente en la clase de matemática. *Revista Científica UISRAEL*, 7(2), 109-120.
- Bravo, F., Trelles, C., & Barrazueta, J. (2017). Reflexiones sobre la evolución de la clase de matemáticas en el bachillerato ecuatoriano. *INNOVA Research Journal*, 2(7), 1-12. <https://doi.org/10.33890/innova.v2.n7.2017.218>
- Díaz, F., Lanzarini, L., Charnelli, M., Baldino, G., Schiavoni, M., & Amadeo, A. (2015). Analítica del aprendizaje y la personalización de la educación. XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Salta, Argentina: Red de Universidades con Carreras en Informática (RedUNCI).
- Educación, M. d. (2016a). Bachillerato General Unificado. Quito, Ecuador: Mineduc.
- Educación, M. d. (2016b). Matemática, Primer Curso BGU. Quito, Ecuador: Mineduc.
- Educación, M. d. (2016c). Matemática, Segundo Curso BGU. Quito, Ecuador: Mineduc.
- Educación, M. d. (2016d). Matemática, Tercer Curso BGU. Quito, Ecuador: Mineduc.
- Fajardo, F., Maestre, M., Felipe, E., León, B., & Polo, M. (2017). Análisis del rendimiento académico de los alumnos de educación secundaria obligatoria según las variables familiares. *Educación*, 20(1), 209-232. <https://doi.org/10.5944/educxx1.17509>
- Gómez, D., García, F., & Therón, R. (2014). Analítica visual en e-learning. *El profesional de la Información*, 23(3), 236-245. <https://doi.org/10.3145/epi.2014.may.03>
- González, D. (2015). Relación entre el rendimiento académico en matemáticas y variables afectivas y cognitivas en estudiantes preuniversitarios de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Tesis Doctoral, Universidad de Málaga. Málaga.
- Heinrich, J., & Weiskopf, D. (2013). State of the art of Parallel Coordinates. *Eurographics (STARs)*, 95-116.
- Illescas, L., Peña, M., Bravo, F., & Larriva, S. (2018). Methodological proposal for trajectory analysis. Case study. *Latin America Learning Analytics*. 2231, pp. 138-147. Guayaquil: CEUR Workshop Proceedings.

- Keim, D. (2002). Information visualization and visual data mining. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 8(1), 1-8. <https://doi.org/10.1109/2945.981847>
- Lamana, M., & De la Peña, C. (2018). Rendimiento académico en matemáticas: relación con creatividad y estilos de afrontamiento. *RMIE*, 23(79), 1075-1092.
- Lamas, H. (2015). Sobre el rendimiento escolar. *Propósitos y Representaciones*, 3(1), 313-386. <https://doi.org/10.20511/pyr2015.v3n1.74>
- Mato, M., & De la Torre, E. (2009). Evaluación de las actitudes hacia las matemáticas y el rendimiento académico. *Investigación en Educación Matemática*, (13), 285-300.
- Pacheco, F., & Narváez, M. (2015). El aprendizaje cooperativo como estrategia didáctica y su incidencia en el rendimiento académico de la asignatura de matemática en los estudiantes del colegio fiscal Cantón Archidona. Tesis de Maestría, Universidad Técnica de Ambato. Ambato.
- Peña, M., Bravo, F., & Illescas, L. (2019). Learning Analytics, dashboard for academic trajectory. *Latin América Learning Analytics*. 2425, pp. 11-20. Valdivia, Chile: CEUR Workshop Proceedings.
- Rea, L. (2018). Autoestima y el rendimiento académico en matemática en estudiantes de tercer grado de secundaria. Tesis de Maestría, Universidad de Posgrados César Vallejo. Perú.
- Terigi, F. (2007). Los desafíos que plantean las trayectorias escolares. III Foro latinoamericano de educación. Jóvenes y docentes (pp. 161-178). Fundación Santillana.
- Trelles, C., Bravo, F., & Barrazueta, J. (2017). ¿Cómo evaluar los aprendizajes en matemáticas? *INNOVA Research Journal*, 2(6), 35-51. <https://doi.org/10.33890/innova.v2.n6.2017.183>
- Velasco, G. (2016). El rendimiento académico en la etapa de educación secundaria en Chiapas (México): Una aproximación comparativa a los resultados internacionales, nacionales y a la cotidianeidad escolar. Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona. Barcelona, España.
- Villarreal, M., López, E., Bernal, P., Escobedo, J., & Valadez, L. (2009). Rendimiento académico de los alumnos de secundaria beneficiarios del Programa Oportunidades en comunidades rurales y semiurbanas de Chiapas y Nuevo León. *Región y Sociedad*, 21(45), 127-164.

Copyright (c) 2021 Fabián Eugenio Bravo Guerrero, Lourdes Eugenia Illescas Peña, Eliana Bojorque Pazmiño y Mario Patricio Ortega Peña



Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons](#) 4.0.

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)